Acercándonos a las estrellas

Material complementario 1

Semana 1

Autor: José Maza S.

EduAbierta

UNIVERSIDAD DE CHILE

PTE

fcfm Astronomía

Centro de Astrofísica y Tecnologías Afines

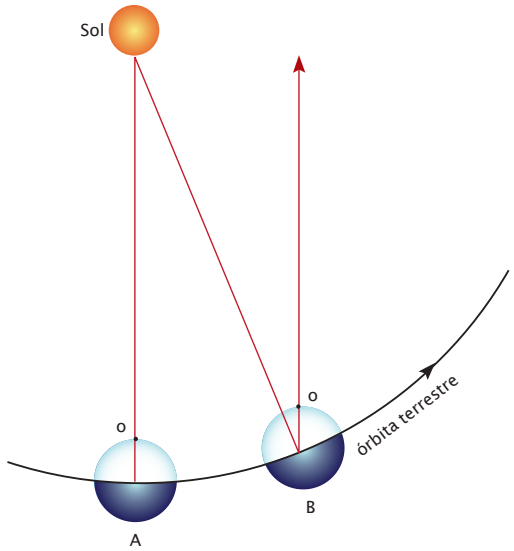
Recuento del Tiempo

- **Día sideral:** Intervalo de tiempo que transcurre entre dos pasos sucesivos de una estrella por un mismo meridiano (aprox. 23hr 56 min).
- **Día solar verdadero**: Intervalo de tiempo que transcurre entre dos pasos sucesivos del Sol por un mismo meridiano (aprox. 24hr).
- Como el Sol se mueve lentamente hacia el este, todos los días pasa 4 minutos más tarde (relativo a las estrellas).
- El movimiento del Sol hacia el este no es uniforme y por ello se define un astro ficticio, el "Sol medio", que se mueve con velocidad uniforme, a lo largo del ecuador celeste, que parte el 21 de Marzo junto con el Sol verdadero y que un año más tarde se vuelven a encontrar en 21 de marzo.
- **Día solar medio:** Intervalo de tiempo que transcurre entre dos pasos sucesivos del "Sol medio" por un mismo meridiano (24hr).

Recuento del Tiempo

- **Período sideral**: Tiempo que transcurre en un giro completo de un astro (con respecto a estrellas distantes).
- **Período sinódico:** Tiempo entre dos encuentros consecutivos de dos o más cuerpos celestes.
- Por ejemplo, la Luna gira 360° en 27,3 días pero aún le faltan dos días para volver a alinearse con el Sol.

Período sinódico



- Si $P_{rot\ sid}$ es el tiempo que le toma a la Tierra en completar un giro con respecto a las estrellas.
- Si P_{sid} es el período de revolución de la Tierra en torno al Sol.
- Si P_{sin} es el período que le toma a la Tierra encontrar al Sol nuevamente en el meridiano (24 horas), tenemos:

$$\frac{360}{P_{rot_sid}} - \frac{360}{P_{sid}} = \frac{360}{P_{\sin}}$$

$$\frac{1}{P_{rot_sid}} - \frac{1}{P_{sid}} = \frac{1}{P_{\sin}}$$

$$\frac{1}{P_{rot_sid}} - \frac{1}{365,25 \times 24} = \frac{1}{24}$$

$$\frac{1}{P_{rot_sid}} = \frac{1}{365,25 \times 24} + \frac{1}{24} = \frac{1 + 365,25}{365,25 \times 24}$$

- $P_{rot\ sid}$ = 0,99727 x 24 = 23h 56m 04s = Día Sideral

- Desde muy antiguo se dividió el recorrido del Sol en el cielo en doce intervalos (constelaciones zodiacales).
- El Sol se demora aprox. un mes en recorrer cada constelación.
- De igual modo se dividió el día en doce intervalos y la noche en otros doce.
- Inicialmente los intervalos no tenían la misma duración ya que los días de verano son más largo y los de invierno son más cortos.
- Finalmente se decidió dividir el día completo en 24 parte iguales, las horas.

Origen del Calendario

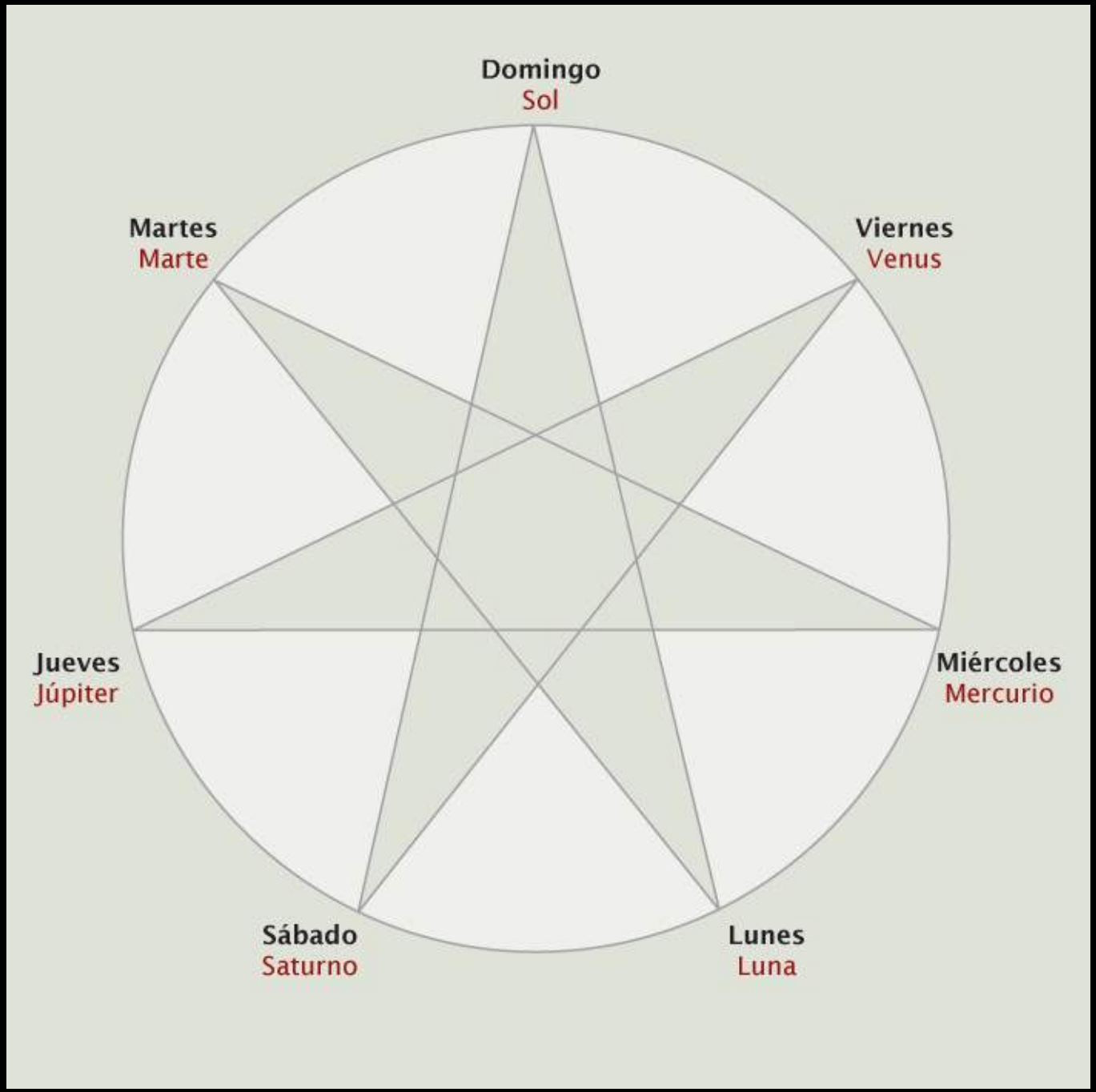
- El movimiento del Sol sirvió para definir el día y el movimiento del Sol con respecto a las estrellas para definir el año, de algo más de 365 días.
- Los intervalos intermedios se dividieron en semanas y meses. El mes tiene un origen en el movimiento de la Luna en torno a la Tierra que en 29,5 días pasa de Luna nueva, a cuarto creciente, Luna llena y a cuarto menguante.

- Un mes lunar puede ser dividido, en cuatro semanas de siete días cada una, que corresponden a los siete cuerpos celestes que los antiguos conocían, que giraban aparentemente en torno de la Tierra: **Mercurio, Venus, Marte, Júpiter, Saturno, la Luna y el Sol**.

- La semana tiene un origen astrológico.
- Se creía que los siete cuerpos celestes (La Luna, Mercurio, Venus, el Sol, Marte, Júpiter y Saturno) regían de uno en uno todas las horas del día [ordenados por su período de revolución sideral].
- Si un día estaba regido en la primera hora por Saturno, la segunda hora la regía Júpiter, la tercera Marte, la cuarta el Sol, la quinta Venus, la sexta Mercurio y la séptima la Luna.

- En la octava se reiniciaba el ciclo.
- Por ello Saturno gobernaba, de ese día, la primera, la octava, la décimo quinta y la vigésimo segunda horas; la vigésimo tercera la regía Júpiter y la última hora del día la gobernaba Marte.
- La hora siguiente, primera del nuevo día, la regía el Sol. Se adoptó que el día estaba "marcado" de forma especial por el astro que gobierna en la primera hora.

- Por ello el día que empezaba Saturno fue el “día de Saturno”, seguido del día del Sol, el día de la Luna, el día de Marte, etc.
- Si se dibuja un círculo y se marca en él siete puntos equidistantes en su perímetro y se escriben en cada punto, en orden de más lejano a más cercano, Saturno, Júpiter, Marte, el Sol, Venus, Mercurio y la Luna, al construir una estrella de siete puntas se marca el orden de los días de la semana.
- En castellano se cambió el día de Saturno por el día del Sabath y el día del Sol por el día de Dios (dies dominica); el resto de los días de la semana guardan una relación directa con el cuerpo celeste al que honran.


Domingo
Sol
Viernes
Venus
Miércoles
Mercurio
Lunes
Luna
Sábado
Saturno
Jueves
Júpiter
Martes
Marte

El calendario Juliano:

- Los romanos adoptaron un año de 12 meses de 29,5 días en promedio, que totalizaban 354 días, 11¼ días más corto que un año trópico (el año de las estaciones).
- Cada dos años debían agregar un mes intercalar, durante Febrero, el último mes del año.

- El año romano empezaba en Marzo, seguía en Abril, Mayo, Junio, Quintilis, Sixtilis, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre;
- el año remataba en Januarius y Februarius. En una ocasión se intercalaba un mes extra de 22 días y a los dos años se intercalaba un mes de 23 días.

- Los años duraban 354, 376, 354 y 377 esto es en cuatro años había 1.461 días, lo que daba en promedio 365¼ días.
- Los meses intercalares los ordenaba el Sumo Pontífice Romano, lo cual se prestó para confusión y cuando el Imperio se hizo muy extenso, se transformó en un problema comunicar a todo el imperio los meses intercalares.

- Los meses del año romano eran:

• Martius	Quintilis	November
• Aprilis	Sextilis	December
• Majus	September	Januarius
• Junius	October	Februarius

- El año empezada en Marzo y terminaba en Febrero.
- Había seis meses dedicados a los dioses y seis que simplemente estaban ordenados.
- Marzo se dedica al dios de la guerra, Marte.
- El segundo mes se dedica a Apolo Aperta, dios de la luz, derivando su nombre del apelativo divino (*aperta*, del latín *aperire* = abrir), indicando así el mes de la primavera donde se abren todas las manifestaciones de vida.

- Luego el siguiente mes va a *Júpiter Majus*, el dios mayor y el siguiente a *Juno*, esposa de Júpiter.
- Enero va a *Jano* el más antiguo y venerado dios de Roma.
- Por último *Pluto Februus* (Plutón purificador) es el dios del último mes; Plutón es el gran enemigo de cualquier forma de vida y con él se hundía el año en la oscuridad de los tiempos, del mismo modo que se hunden las almas de los muertos en el reino subterráneo de Plutón, una vez sufrido un proceso de purificación.

- La intercalación del mes extra de febrero, el mercedino o mercedonio, se hacía en forma irregular y en los tiempos de Julio Cesar había un desacuerdo de casi tres meses entre el equinoccio civil y el astronómico.
- El mes extra se llamaba **mercedonio** pues en él se les solía pagar a los servidores.

- En el año 46 antes de Cristo **Julio Cesar** en Roma, aconsejado por el astrónomo alejandrino ***Sosígenes***, adoptó un año de doce meses de 365¼ días en promedio, esto es, tres años seguidos de 365 días y otro de 366.
- Los meses de 30 y 29 días los hizo de 31 y 30, repartiendo así los 11 días que sobraban.
- Febrero que hasta entonces era el último mes del año no alcanzó día extra y permaneció con 29 días.

- Al año 46 antes de Cristo (mejor llamado el año 708 desde la fundación de Roma) se le agregó tres meses [91 días] completando 445 días, por lo cual ha sido llamado *"el año de la confusión"*.
- **A partir del 45 a.C. el calendario Juliano** rigió sin mayores problemas.
- El Senado Romano decidió cambiarle el nombre al quinto mes y ponerle **Julio** en honor a Julio Cesar.

- La reforma juliana consistió en:
- 1.- El principio del año se trasladó al 1 de Enero para que coincidiera con el comienzo del tiempo y de servicio de los cónsules.
- 2.- La duración del antiguo calendario luni-solar romano se ajustó a la del año solar, dando a los meses el número siguiente:

- Januarius 31
- Februarius 29
- Martius 31
- Aprilis 30
- Majus 31
- Junius 30
- Quintilis 31
- Sextilis 30
- September 31
- October 30
- November 31
- December 30

- Con esto se pone fin a “la parte lunar” del calendario.
- **El calendario pasa a ser un calendario estrictamente solar.**
- Se conserva el mes como unidad intermedia pero ya no tiene relación con la Luna (la Luna nueva o llena cae en cualquier día del mes).

- 3.- Cada cuatro años se agregaba un día extra al año y por tradición se agregó en el mes de febrero.
- Nosotros hacemos que febrero tenga un día más al final.
- Los romanos agregaban el día extra no al final sino después de la fiesta de las Terminalias que era el 23 de Febrero.
- Ese era el sexto día anterior a las calendas de marzo (se lo llamaba *ante diem sextum calendas martias*) y al día agregado se lo llamó *"ante diem bissextum calendas martias"*, es decir el sexto día contado dos veces.

- Al día se lo llamó bissextus y finalmente al año que tiene ese día extra se lo llamó ***bisiesto***.
- El primer día de cada mes se lo llamaba el día de las calendas de *calare*=llamar en latín, pues ese día se voceaba en la ciudad el inicio del mes.
- De ahí viene la palabra calendario.
- La palabra equivalente, almanaque, es de origen árabe.

Julio Cesar (100 a.C. – 44 a.C.)

Andrea Ferrucci, Italian, Florentine (1467-1526)
Julius Caesar

- El mes romano se dividía en las calendas, las nonas y las idus.
- En tiempos en que el calendario era lunar las calendas era el primero del mes, el novilunio;
- las nonas era el 7, el primer cuarto (cuarto creciente).
- Las idus correspondían al 15, el día del plenilunio.
- Los romanos numeraban los días en orden decreciente.
- Empezaban el mes diciendo cuanto faltaba para las nonas.
- Luego seguían con los días faltantes para las idus y la segunda parte del mes por los días que restaban para las calendas del mes siguiente.

- Después del asesinato de Julio Cesar a manos de Bruto en las idus (15) de marzo del año 710 desde la fundación de Roma (44 a.C.) la aplicación de la regla juliana no se siguió y se hizo un año bisiesto cada tres años.
- Así el año 746 desde la fundación de Roma (8 a.C.) se había intercalado 13 años bisiestos en circunstancia que sólo correspondía la intercalación de 10 años.
- El nuevo emperador romano **Cesar Augusto** no intercaló años extras hasta el 761 (8 d.C.) para que el solsticio de primavera se iniciara el 25 de Marzo como era tradicional.

- El senado romano decidió ponerle "Augusto" (Agosto) al sexto mes, que tenía 30 días.
- Para que el mes de Augusto *"no fuese menos"* que el de Julio, el senado romano decidió que el mes de Augusto también tuviese 31 días, a expensas de Febrero que de 29 días lo degradaron a 28, elevándose a 29 sólo una vez cada cuatro años.
- Por esta extraña razón quedaron dos meses juntos de 31 días.
- El Senado cambió de 31 a 30 al séptimo mes (Septiembre) y al noveno, elevando de 30 a 31 al octavo y al décimo.

- Con esos arreglos el calendario quedó de la siguiente manera:

• Enero	31	Mayo	31	Septiembre	30
• Febrero	28	Junio	30	Octubre	31
• Marzo	31	Julio	31	Noviembre	30
• Abril	30	Agosto	31	Diciembre	31

- Esta es la ordenación de los meses y su longitud como se usa hasta hoy.
- Hubo intentos de cambiar el nombre de septiembre por el de otros emperadores romanos, pero esos intentos no prosperaron.
- En castellano el primer mes lo llamamos Enero que es una derivación del latín *Januarius* [portugués: Janeiro; francés: Janvier; inglés: January].

- En el año 525 de nuestra era el abad de Roma Dionisio el Exiguo introdujo la costumbre de contar los años desde el nacimiento de Cristo en lugar de hacerlo desde la fundación de Roma.
- Definió que el año 754 desde la fundación de Roma era el año uno de nuestra era y el año 753 correspondía al año uno antes de Cristo.
- Dionisio no consideró el año cero en nuestra cronología pues los romanos no tenían el concepto del número cero.
- El cero lo introdujeron en Europa los árabes, varios siglos después, junto con los números y el sistema decimal que utilizamos hasta la fecha. El cero tiene su origen en la India.

- La era cristiana tardó mucho en generalizarse, siendo empleada por primera vez en Inglaterra en el año 705, en Francia en el 742 y en Alemania en el 876.
- En Portugal sólo se adoptó en el 1422. Incluso los papas sólo lo adoptaron en el 1431.

- Estudios posteriores parecen indicar que Dionisio habría cometido un error con su *“apreciación”* del año de nacimiento de Cristo.
- Su fuente asociaba el nacimiento de Cristo con los años del gobierno de Augusto pero Dionisio falló en tomar en cuenta 4 años que gobernó en el triunvirato (como Octavio).

- Por ende la asociación que Dionisio debió hacer era asumir el año 750 desde la fundación de Roma era el año 1 después de Cristo.
- Por ello en nuestra cronología se da la paradoja que Cristo habría nacido el año 4 antes de Cristo.
- Una discusión más exhaustiva del año del nacimiento de Jesús acota el momento más probable para el nacimiento de Jesús, al intervalo entre el año 7 y el año 4 antes de Cristo.

- Lo que parece estar fuera de discusión es que el día del nacimiento de Cristo no habría sido el 25 de diciembre de ningún año.
- El 25 de diciembre era una fiesta pagana donde se celebraba el fin de la migración solar hacia el sur y su retorno hacia latitudes boreales (solsticio de invierno boreal).
- Coincide con el fin del festival de las Saturnalias, el solsticio de invierno y con el nacimiento de Mitra, dios del Sol persa.

- Los primeros cristianos en Roma aprovecharon esa fecha, donde todos estaban de fiesta, para celebrar a Cristo.
- Cuando Constantino transforma el imperio romano al catolicismo se adopta el 25 de diciembre como el día del nacimiento de Jesús y se adopta la época de celebrar la Semana Santa.
- Como Herodes murió muy cerca del eclipse de luna que ocurrió el 13 de Marzo del año 4 antes de Cristo (750 desde la fundación de Roma) algunos piensan que Cristo nació en enero o febrero de ese año.

El calendario Gregoriano:

- En el año 325, en el Concilio de Nicea, se fijó la celebración de la semana Santa el fin de semana posterior a la primera Luna llena que ocurre en o inmediatamente después del 21 de Marzo, fecha del equinoccio vernal (comienzo de la primavera en el hemisferio norte).

- Entre los años 45 a.C. y el 325 el comienzo de la primavera se había desplazado del 24 al 21 de Marzo.
- El año Juliano, de 365 días y 6 horas, es 11 minutos y 14 segundos más largo que el año trópico (año de las estaciones).
- Esa pequeña diferencia acumula un error de un día cada 128 años, y había acumulado 3 días en desde Julio Cesar hasta el Concilio de Nicea.

- La aplicación sistemática del calendario juliano durante la edad media fue acumulando un error importante en el calendario y el día del equinoccio de primavera se fue corriendo en varios días, hacia el comienzo de Marzo.
- El problema surge con la forma de determinar el momento de la semana Santa.

- Hacia fines del siglo XVI el equinoccio de primavera boreal tenía lugar el 11 de marzo y no el 21 pero se tomaba el día 21 como referencia para ver la primera luna llena después del 21 y ahí el fin de semana siguiente se celebraba la Semana Santa.
- Pero, por ejemplo si una luna llena caía el 15 de marzo esa era la primera luna después del equinoccio pero el Vaticano esperaba a la siguiente luna llena, después del 21, para ahí decretar la Semana Santa.

- Este problema era motivo de gran preocupación en el Vaticano pues los protestantes decía que en Roma estaban *“tan perdidos”* que ni siquiera celebraban la Semana Santa cuando correspondía.

- El calendario Juliano se aplicó hasta el año 1582 cuando el **Papa Gregorio XIII**, con la asesoría de los astrónomos **Luigi Lilio** y **Cristóbal Clavius**, ordenó la reforma del calendario.
- En 1577 el calabrés Luigi Lilio publicó una memoria acerca del calendario.
- Al morir Lilio el tema fue abordado por Clavius.

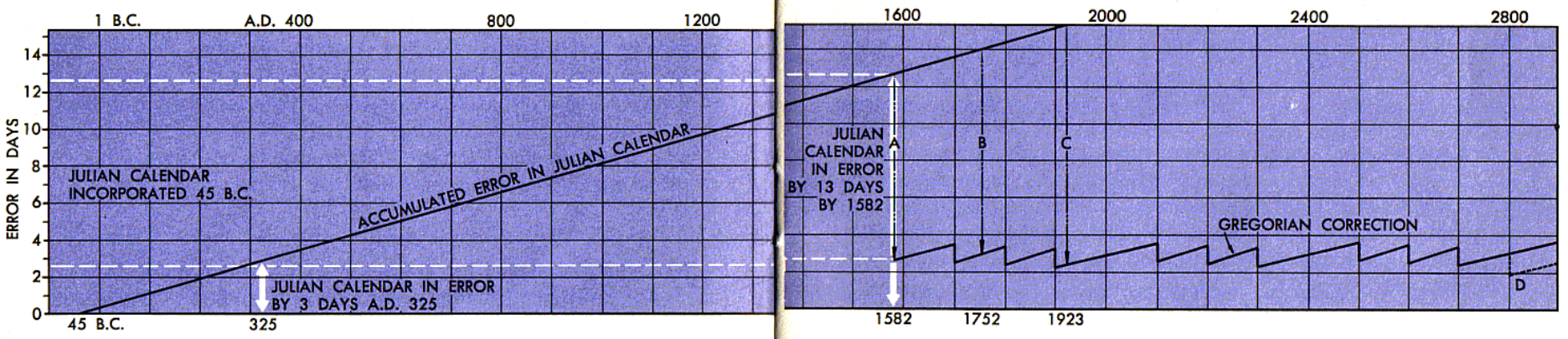
Papa Gregorio XIII

- El nuevo calendario gregoriano consistió en quitar 10 días del calendario: al jueves 4 de Octubre de 1582 seguiría el viernes 15 de octubre.
- Se eliminaron los 10 días que se habían introducido en exceso en la regla juliana.
- Para evitar ese error de un día cada 128 años se acumulara nuevamente, el calendario gregoriano quitó 3 años bisiestos cada 400 años.

JULIAN 1582		October			Gregorian 1582	
Sun	Mon	Tues	Wed	Thurs	Fri	Sat
	1	*2*	*3*	*4*	**15**	**16**
17	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**
24	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
31						

- De esa manera serán bisiestos los años cuyo número sea divisible por 4 pero no lo serán si son divisibles por cien, a menos que sean divisibles por 400.
- De ese modo los años de fin de siglo 1700, 1800 y 1900 no fueron bisiestos (si lo eran en el calendario juliano) pero si lo fue el 2000.

- Tampoco serán bisiestos los años 2100, 2200 ni 2300 pero sí lo será el 2400.
- Así el año gregoriano queda de 365 días y 97/400 esto es 365,2425 días (365d 5h 49m 12s) apenas algo más largo (26 segundos) que los 365,242193 (365d 5h 48m 45,4s).
- **La diferencia acumula un error de un día cada 3.250 años.**
- [Este error puede obviarse suprimiendo como bisiesto los años divisible por 4.000; con ello el error quedaría en un día cada veinte mil años. Esto fue propuesto por John Herschel, a mediados del siglo XIX].



Errors and changes in calendars used since 45 B.C. are shown in this diagram. The calendar of Julius Caesar was corrected by Pope Gregory XIII in 1582 by dropping 10 days (A), and by changing the leap year rule (see text). The Gregorian calendar was adopted in America in 1752, at which time 11 days had to be dropped (B). When the Russians adopted this calendar in the year 1923 (C), they had to drop 13 days. However, the Russian calendar will be different from the Gregorian calendar in the year 2800 (D), because the Russians have a different rule governing leap year.

- El calendario Gregoriano fue adoptado inmediatamente en todos los países católicos, como España, Portugal, Francia e Italia.
- Su introducción en el resto de Europa fue lenta.
- En la Alemania protestante sólo fue adoptado en 1700.
- Inglaterra se resistió hasta 1752. Según Voltaire *"Los ingleses preferían un calendario en desacuerdo con el Sol, antes que uno de acuerdo con el Papa y se rehusaban a aceptar una reforma que habrían aceptado de buen agrado si la hubiese propuesto el Gran Turco"*.

- Inglaterra lo adoptó recién en el año 1752 cuando al miércoles 2 de Septiembre siguió el jueves 14 del mismo mes.
- Pese a que se legisló para impedir que los propietarios cobraran la renta del mes completo, se produjeron muchos problemas, con violentas revueltas callejeras.
- Mucha gente salió a la calle a protestar exigiendo que se les devolvieran “los días que les habían sido robados de sus vidas”; paradojalmente varias personas perdieron la vida en ese afán.

- En Rusia nunca se cambió al calendario Gregoriano, llegando a estar 13 días desfasados al comenzar el siglo XX.
- Después de la Revolución de Octubre (noviembre de nuestro calendario) de 1917, la Unión Soviética adoptó el calendario de occidente.
- El último país de Europa en adoptar el calendario gregoriano fue Grecia, en 1923.

ENERO						
D	L	M	M	J	V	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

FEBRERO						
D	L	M	M	J	V	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

MARZO						
D	L	M	M	J	V	S
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

ABRIL						
D	L	M	M	J	V	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

MAYO						
D	L	M	M	J	V	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

JUNIO						
D	L	M	M	J	V	S
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30 M

JULIO						
D	L	M	M	J	V	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

AGOSTO						
D	L	M	M	J	V	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

SEPTIEMBRE						
D	L	M	M	J	V	S
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

OCTUBRE						
D	L	M	M	J	V	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

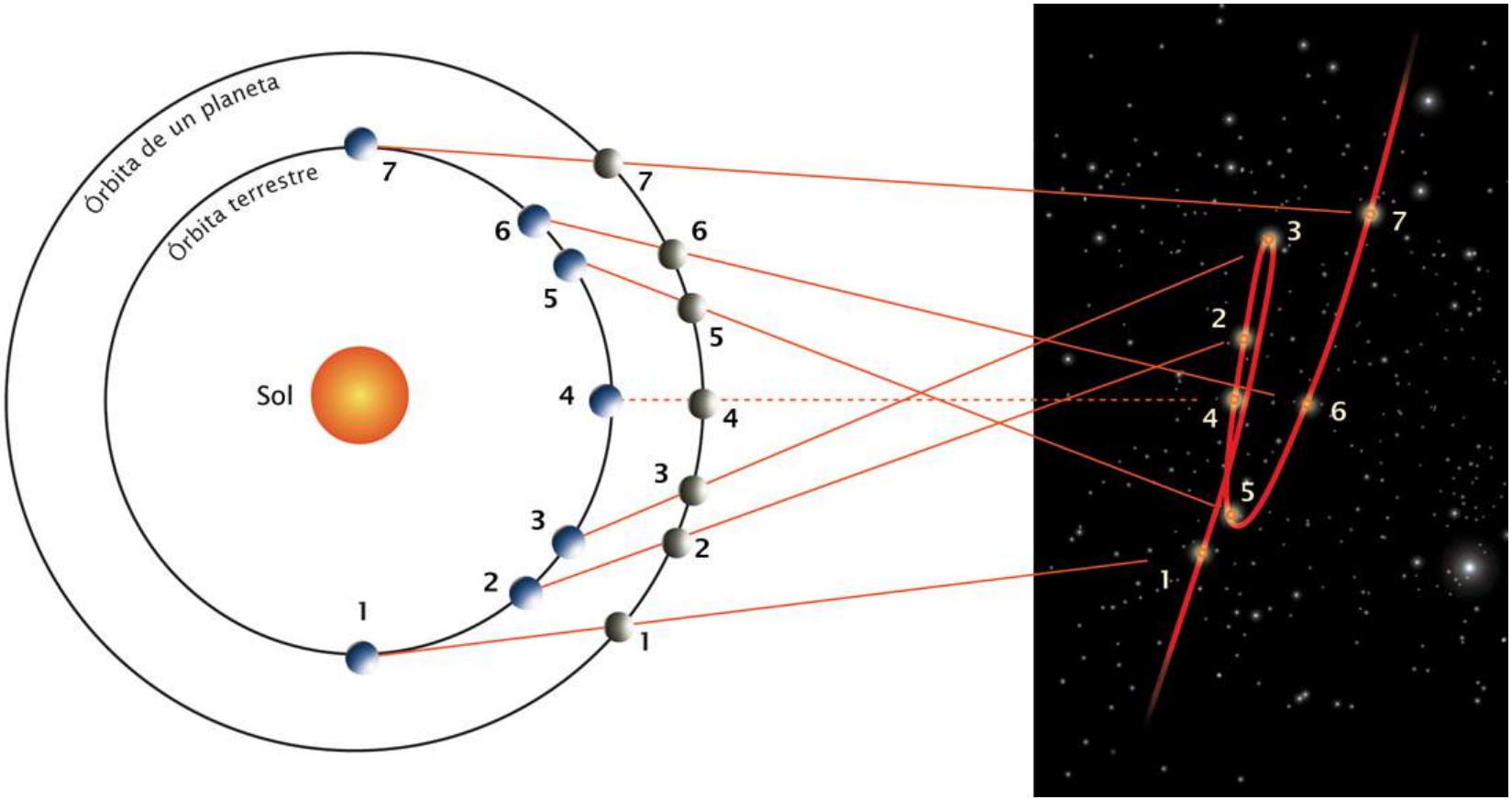
NOVIEMBRE						
D	L	M	M	J	V	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

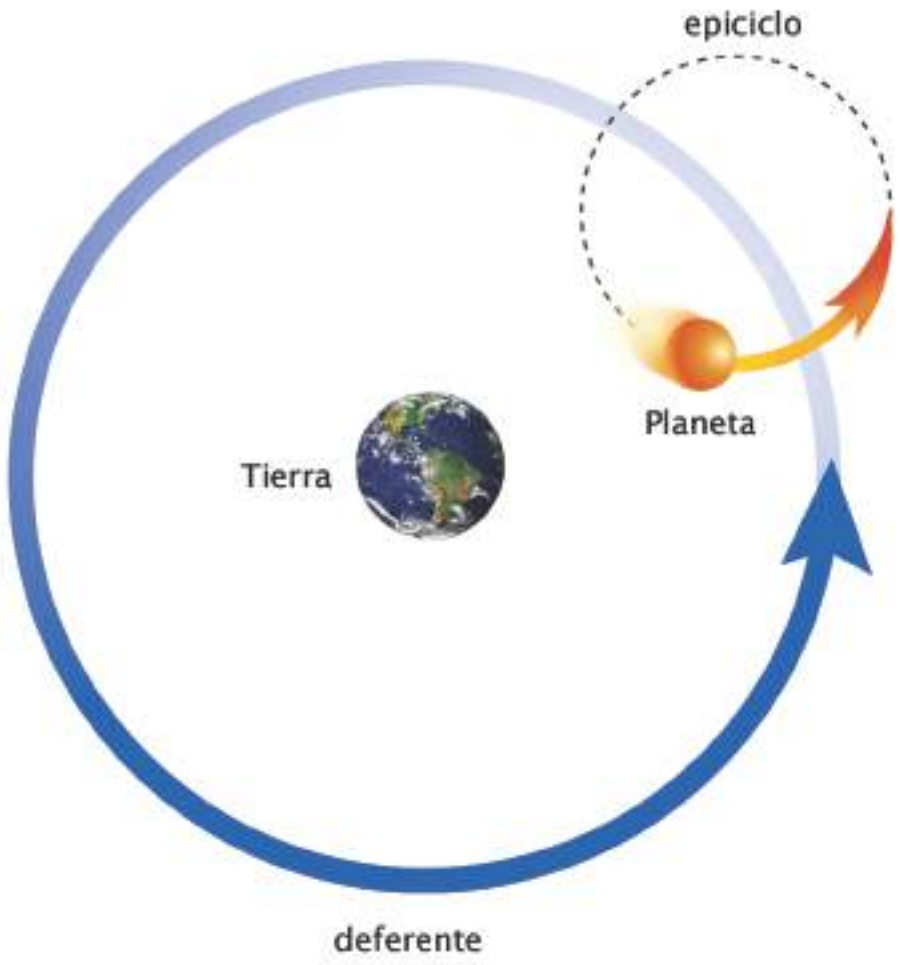
DICIEMBRE						
D	L	M	M	J	V	S
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30 M

Calendario perpetuo. El año se divide en cuatro períodos de 91 días, agrupados en tres meses. Cada trimestre completa 13 semanas; cada uno comienza en domingo 1. El último día del año para completar los 365 días sería un día de fiesta mundial que se intercala entre el sábado 30 de diciembre y el domingo 1 de enero. Los años bisiestos tendrían un segundo día mundial al terminar el primer semestre.

Movimientos Planetarios

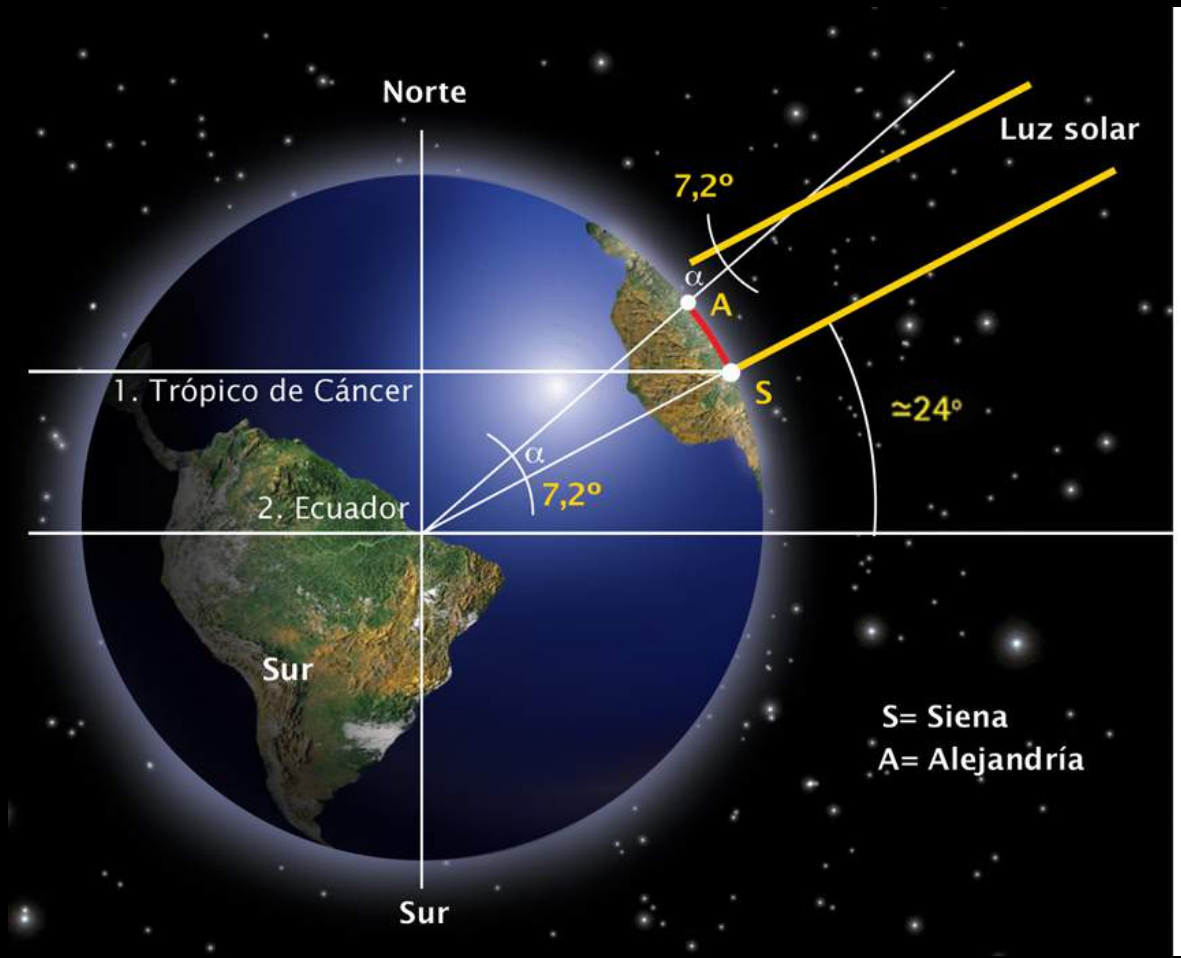
- Modelo geocéntrico de Claudio Ptolomeo
- Epiciclos y deferentes


Órbita de un planeta
Órbita terrestre
Sol
1
2
3
4
5
6
7

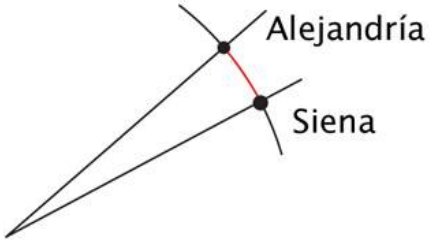

epiciclo
Planeta
Tierra
deferente

Midiendo la Tierra

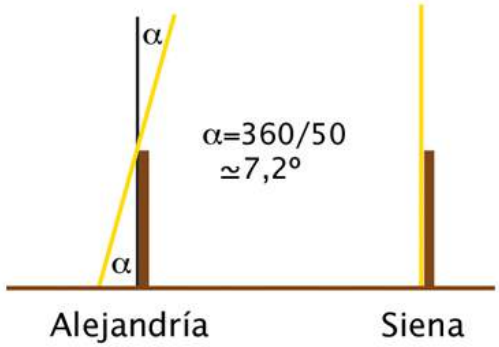
- Eratóstenes en el siglo III a.C.
- Eratóstenes supo que el Sol caía vertical al mediodía en Siena (cerca de la moderna Asuán) pero sólo se acercaba a 7,2° del cenit de Alejandría.
- Eratóstenes interpretó correctamente que la vertical de Siena y la de Alejandría forman un ángulo de 7,2° en el centro de la Tierra.
- Eratóstenes midió la distancia de Siena a Alejandría como 5.000 estadios con lo cual el perímetro terrestre resulta de 250.000 estadios.
- El modificó el número a 252.000 para que hubiera 700 estadios por grado.
- Con un estadio de 157,5 metros el grado terrestre tendría 110,25 kilómetros [el valor moderno es de 111,1 kilómetros].
- El error de la medición de Eratóstenes es menor al 1%.
- Es posible que el valor del estadio utilizado sea 185 o 210 metros, en cuyo caso el error sería mayor (un 17% o un 32%). De cualquier modo la determinación de Eratóstenes es muy buena, **en el siglo III antes de Cristo**.



Distancia entre Siena (Asuán) y Alejandría= 500 estadios



Incidencia de los rayos solares en el solsticio de verano



Revolución Copernicana

- Nicolás Copérnico, en 1543, propuso un modelo heliocéntrico para el universo.
- La esfera de las estrellas fijas debe tener un radio mínimo de 2.000 unidades astronómicas.
- La Tierra pasa a ser un planeta, que rota en 24 horas y se traslada alrededor del Sol en un año.
- El centro del Universo pasa a ser el Sol.

Johannes Kepler (1571-1629)

- Kepler estudia el movimiento de Marte y descubre las tres leyes del movimiento planetario.
- **Primera Ley**: Las órbitas de los planetas son planas. El Sol está en el plano de la órbita. La trayectoria es una elipse de la cual el Sol ocupa uno de sus focos.
- **Segunda Ley**: El radio vector que une al Sol y al planeta barre áreas iguales en tiempos iguales.

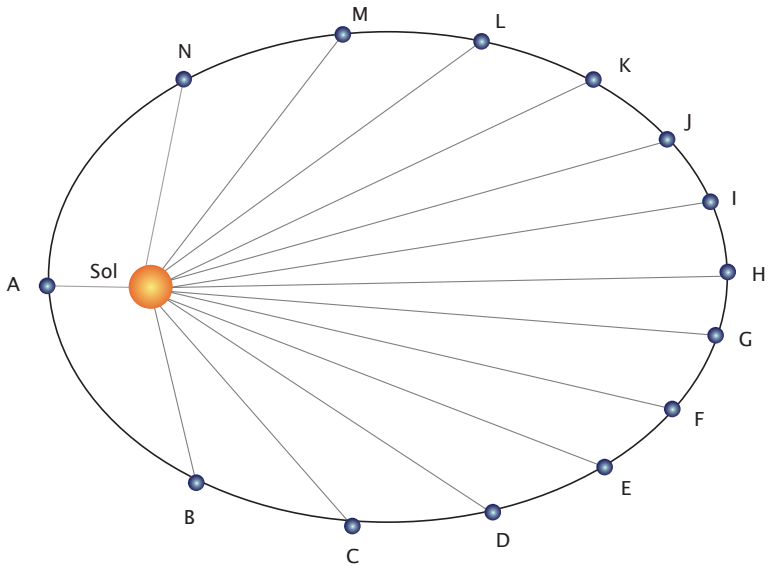
- **Tercera Ley:**
- "Los cuadrados de los tiempos de revolución son proporcionales a los cubos de los semi-ejes mayores de las órbitas".

$$\frac{P_1^2}{P_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

Johannes Kepler (1571-1630)

Johannes Kepler geb. zu Weil der Stadt in Schwaben 1571, gest. in Regensburg 1630. Nach einem Stich von J. von Heyden, wiedergegeben im „Historischen Porträtwerk" von Seidlitz.

Segunda ley de Kepler



Galileo Galilei (1564-1642)

- Galileo estudia la caída de los cuerpos y caracteriza el principio de inercia.
- En 1609 construye el primer telescopio y descubre los cráteres lunares, la manchas solares, cuatro satélites de Júpiter y las fases de Venus.
- Galileo fue un copernicano convencido y difundió el heliocentrismo hasta ser condenado por la iglesia en 1633.
- En 1638 publica su gran libro acerca de la mecánica.

Isaac Newton (1643-1727)

- En 1687 Isaac Newton publica su gran tratado **“Principios Matemáticos de Filosofía Natural”** donde da a conocer la ley de gravitación universal, las leyes de la mecánica y el cálculo infinitesimal.
- Con la obra de Newton se abren de par en par las puertas de la ciencia moderna.